

Analisis dan Penyebab Miskonsepsi pada Materi Genetika Buku SMA Kelas XII

Elya Nusantara

Universitas Negeri Gorontalo Jl Jend. Sudirman No 6 Gorontalo,
Email: elya.nusantari09@yahoo.co.id

Diterima 19 Juni 2011, disetujui 20 September 2011

ABSTRACT- This research is aimed to reveal some misconception in genetic in some senior highschool handbook. Twelve biology books for highschool published during 2006-2010 have been reviewed. All those books show particular pattern of misconception that caused by misunderstanding about particular Mendelian approaches, inappropriate analogy and terminologies. Those misunderstanding lead to the misconception in the concept of chromose structure, protein syntheses, cell division, traits and mutation. Such misconceptions can be fix trhough the application of representative biomolecular approaches.

Kata-kata Kunci: Misconception in genetics.

Pendahuluan

Pembelajaran genetika di sekolah dan perguruan tinggi hendaknya dapat menyajikan pembelajaran yang dapat membuat siswa/mahasiswa memahami konsep genetika secara utuh. Namun banyak permasalahan pembelajaran gene-tika. Venville (2002) dari hasil penelitiannya menyampaikan bahwa siswa menganggap pelajaran genetika melelahkan dan membosankan. Siswa sulit memahami konsep genetika karena abstrak bagi mereka dan jauh dari kehidupan sehari-hari. Siswa tidak mampu mengkonstruksi genetika secara utuh serta siswa tidak mampu menghubungkan antar konsep genetika.

Materi genetika merupakan bagian materi yang diberikan di jenjang SMA. Pada jenjang SMA materi genetika sesuai Kurikulum Tingkat Satuan

Pendidikan meliputi materi genetik Gen, DNA dan kromosom; replikasi, sintesis protein; reproduksi sel (mitosis dan meiosis), pewarisan sifat dan mutasi. Materi genetika dirasakan sulit oleh sebagian besar siswa karena materi ini bersifat abstrak, perkembangan genetika molekuler berkembang sangat pesat sementara informasi di buku ajar masih berorientasi genetika klasik. Hal ini dapat berakibat pada pemahaman yang salah tentang konsep genetika atau terjadi miskonsepsi pada materi genetika.

Buku ajar di sekolah dibuat untuk pegangan belajar bagi siswa. Namun biasanya guru juga menggunakan buku ajar yang sama dengan yang dipakai oleh siswa. Seharusnya guru memiliki buku pegangan lain yang berasal dari sumber yang terpercaya misalnya teksbook. Buku ajar biasa disusun oleh tim guru

atau dosen dengan menggunakan buku sumber yang berbeda-beda, sehingga kualitasnya juga berbeda-beda. Kualitas buku ajar dapat dinilai berdasarkan validitas teksbook dengan kriteria tertentu, konten/isi spesifik biologi, readability atau kemampuan menyesuaikan dan miskonsepsi (Abimbola & Baba, 1996).

Sebagaimana dinyatakan oleh Kaharu, S. (2007) bahwa bila merujuk pada kurikulum yang diterapkan saat ini dan kurikulum sebelumnya termasuk buku pegangan murid maupun guru dapat dilihat bahwa materi atau konsep yang telah diberikan di SD sampai SLTA adalah dengan kedalaman dan penekanan yang berbeda, tergantung jenjang sekolah dimana materi tersebut diberikan. Semakin tinggi jenjang sekolah maka konsep tersebut akan diberikan secara lebih mendalam. Maka bila dijenjang sebelumnya terjadi miskonsepsi akan berakibat pada miskonsepsi akan terbawa terus ke jenjang selanjutnya.

Berdasarkan pentingnya buku ajar yang dapat memberikan pengalaman belajar yang benar pada siswa, maka kita perlu melakukan evaluasi buku ajar yang digunakan di sekolah-sekolah, agar tidak terjadi kesalahan materi yang berakibat pada miskonsepsi. Apabila terjadi miskonsepsi secara terus menerus akan terbawa pada jenjang selanjutnya dan

dapat menyebabkan destruksi pengetahuan.

Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji buku ajar di SMA khusus pada materi genetika. Penelitian ini perlu dilakukan untuk memberikan informasi miskonsepsi genetika apa saja yang ditemukan pada buku ajar SMA. Tujuan penelitian adalah dapat memberikan kontribusi bagi pemecahan masalah miskonsepsi bidang genetika, khususnya membantu memecahkan persoalan buku ajar genetika agar dapat memberikan pemahaman yang benar tentang genetika.

Metode

Buku ajar yang dianalisis sebanyak 12 buku ajar tahun terbit 2006-2010. Hal ini mengacu ketentuan Permendiknas Nomor 1 Tahun 2011 Tanggal 4 Januari 2011 tentang buku teks yang digunakan di sekolah minimal 5 tahun terakhir, buku yang disediakan atau direkomendasi oleh sekolah untuk digunakan siswa dalam pembelajaran sebanyak 12 buku.

Sesuai Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) SMA untuk materi genetika adalah pada standart kompetensi memahami penerapan konsep dasar dan prinsip-prinsip hereditas serta implikasinya pada saling temas dengan 6 kompetensi dasar. Penelitian dilakukan untuk mengkaji 6 kompetensi dasar

tersebut dan ditambah satu konsep arti dan ruang lingkup genetika. Maka ada tujuh konsep yakni arti dan ruang lingkup genetika; materi genetik: gen, DNA, dan kromosom; hubungan gen, DNA-RNA-Polipeptida dan proses sintesis protein; pembelahan sel, hereditas ; penentuan jenis kelamin dan mutasi.

Langkah-langkah Mengidentifikasi Miskonsepsi di Buku Biologi.

Langkah mengidentifikasi miskonsepsi dilakukan dengan mengikuti prosedur penelitian miskonsepsi menurut Abimbola & Baba (1996). *Pertama* Menentukan konsep yang akan diteliti yang dikelompokkan dalam 7 kelompok yakni arti dan ruang lingkup genetika; materi genetik DNA, gen, kromosom, replikasi; Hubungan gen, RNA, polipeptida dan proses sintesis protein; Prinsip hereditas dan mekanisme pewarisan sifat; Penentuan Jenis Kelamin; Hubungan pembelahan mitosis dan meiosis dengan pewarisan sifat; Mutasi.

Kedua, melakukan eksplorasi buku ajar kelas XII untuk menentukan apakah buku ajar SMA memiliki masalah konseptual. Kegiatan ini dilakukan dengan membaca dan menemukan contoh-contoh miskonsepsi yang mungkin pada beberapa buku ajar SMA yang digunakan di sekolah.

Ketiga, mengidentifikasi miskonsepsi, menguji buku itu halaman demi halaman dan bab demi bab untuk menemukan miskonsepsi yang ada sesuai dengan statemen pengetahuan materi genetik yang telah ditetapkan. Buku yang ditetapkan untuk diidentifikasi adalah buku ajar SMA mulai tahun 2006 sampai 2010. Guna menjaga kode etik penelitian maka judul buku, penulis buku dan penerbitnya tidak dicantumkan. Penulis menggunakan abjad A, B C dst. Data selengkapnya ada pada peneliti.

Keempat, mentabulasikan konsepsi yang teridentifikasi mengandung miskonsepsi. Tabulasi diawali dari masing-masing buku ajar, kemudian kesamaan miskonsepsi pada masing-masing materi diatur menjadi satu bagian. Buku rujukan untuk menetapkan miskonsepsi adalah teksbook genetika berbahasa asing yang ditulis oleh Gardner, E.J., Simmons, M.J & Peter, S. (1991) judul buku *Principles of Genetics*; Ayala & Kiger, F.J. (1984) judul buku *Modern Genetics*; Campbell, Reece & Mitchell, L.G. (2002) judul buku *Biology* dan Corebima (1997) judul buku *Penentuan Jenis Kelamin pada Makhluk Hidup*; Corebima.(1997) judul buku *.Genetika Mendel*

Kelima, Tim evaluator yakni pakar genetika dan pengajar genetika di Universitas Negeri Malang. Peneliti

meminta tim evaluator mengevaluasi kebenaran atau keberterimaan tentang konsepsi-konsepsi yang teridentifikasi sebagai miskonsepsi. Tim evaluator tidak lagi menguji buku ajar yang sudah diidentifikasi peneliti. Dengan dasar hasil kerja para evaluator peneliti dapat meng-

hilangkan beberapa item dari daftar identifikasi miskonsepsi.

Hasil

Hasil analisis buku ajar dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Tabulasi Miskonsepsi Genetika dari 12 Buku Ajar SMA Kelas XII mulai Tahun 2006-2010

Bab/Topik	A 10	B 09	C 09	D 09	E 09	F 08	G 08	H 08	I 07	J 07	K 07	L 07	Σ
Arti dan ruang lingkup genetika	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	11
Gen, DNA dan Kromosom, replikasi	4	6	11	2*	2**	7	10	6	1	3*	3	5*	60
Hubungan gen, RNA, polipeptida dan proses sintesis protein	2**	4**	5*	6*	-**	6	4**	2**	1	-**	13**	3**	46
Prinsip hereditas dan mekanisme pewarisan sifat	1	2	1	3	1	1	6	3	-	4	6	2*	30
Penentuan Jenis Kelamin	3	1	2	1	1	1	5	-	-	1	-	2	17
Hubungan pembelahan mitosis dan meiosis dengan pewarisan sifat	2	5	3	2	-	5	9	2*	2**	3**	3**	3	39
Mutasi	2	1*	2**	2*	3	3	3	2	3	-**	4	2*	27
Total	15	20	25	17	8	24	39	16	7	12	30	18	230

** materi lengkap

* materi tidak lengkap

E, I dan J = Materi lengkap dengan minimum kesalahan

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa konsep-konsep yang banyak miskonsepsi tercakup pada tiga standar kompetensi yakni Gen, DNA dan Kromosom, replikasi dan Hubungan gen, RNA, polipeptida dan proses sintesis protein; dan Hubungan pembelahan mitosis dan meiosis dengan pewarisan sifat. Ketiga standart kompetensi ini mencakup

kajian yang luas dibandingkan standart kompetensi yang lainnya. Maka selanjutnya dideskripsikan kesalahan konsep yang ditemukan dengan pola mendeskripsikan miskonsepsi pada buku ajar, namun perbaikan konsep tidak dapat dicantumkan karena keterbatasan halaman.

Kesalahan konsep yang disajikan berikut ini dikelompokkan berdasarkan

enam penyebab miskonsepsi yakni miskonsepsi akibat dari penyajian genetika masih genetika klasik atau genetika mendel, kurang menggunakan pendekatan molekuler, penggunaan analogi yang kurang tepat, penggunaan istilah yang biasa, penggunaan bahasa yakni kata atau kalimat sendiri sebagai refleksi dari pemahaman penulis sendiri dan miskonsepsi akibat hasil pikir sendiri. Hasil penelitian dan pembahasan dalam kelompok diuraikan sebagai berikut.

Miskonsepsi Akibat Penyajian Konsep Genetika Masih Genetika Klasik atau Pengaruh Genetika Mendel masih Dominan.

Arti dan Ruang Lingkup Genetika

Miskonsepsi tentang arti dan ruang lingkup genetika didapatkan pada sebagian besar buku ajar masih menyatakan bahwa genetika adalah ilmu yang mempelajari pewarisan sifat dari induk kepada keturunannya dengan pola penurunan sifat Mendel. Seharusnya ilmu yang membahas tentang gen.

Miskonsepsi tentang Alela, pengaruh pola pikir Mendel atas konsep dominan resesif.

Miskonsepsi alela pada buku ajar dijelaskan sebagai gen mempunyai bentuk alternative yang dikenal dengan istilah alel. Gen dan alel dilambangkan dengan huruf latin besar dan kecil. Konsep alel seperti ini merupakan konsep alel yang dipengaruhi oleh temuan

Mendel yakni dominan dan resesif. Seharusnya bukan hanya dominan resesif.

Konsep Satu Gen Satu Sifat, pengaruh pola pikir Mendel.

Hipotesis satu gen mengendalikan satu sifat dipengaruhi pola pikir konsepsi Mendel. Saat ini konsep satu gen menentukan satu sifat terbukti sudah tidak berlaku Sifat-sifat tertentu Mendel seolah-oleh menjelaskan bahwa satu gen mengendalikan satu sifat atau gen digambarkan sangat dominan, gen lain tidak nampak.

Miskonsepsi bahwa konsep satu gen mengendalikan satu sifat sehingga dapat memperoleh galur murni dengan cepat. Proses memperoleh galur murni dapat dilakukan dengan cara pemurnian dalam beberapa generasi saja. Terbukti bahwa hipotesis satu sifat sudah tidak relevan lagi.

Pewarisan sifat Mendel

Miskonsepsi terjadi karena pewarisan Mendel disajikan sebagai *center concept*. Fenomena yang tidak sesuai dengan hukum Mendel disebut sebagai penyimpangan Mendel. Hukum Mendel disalahtafsirkan terjadi hanya pada tumbuhan dengan satu dua dan tiga sifat beda serta hukum Mendel tidak terjadi pada makhluk hidup lainnya. Hukum mendel I diartikan terjadi lebih dahulu dilanjutkan dengan Mendel II. Padahal dari prosesnya berlangsung Mendel II

kemudian Mendel I. Miskonsepsi selanjutnya bahwa hukum Mendel I terjadi pada persilangan monohybrid, Hukum Mendel II terjadi pada persilangan dihibrid. Sebenarnya hukum Mendel terjadi pada semua persilangan. Miskonsepsi bahwa Hukum Mendel I terjadi saat meiosis, Hukum Mendel II terjadi saat fertilisasi. Miskonsepsi bahwa Mendel II dapat terjadi pada gen yang letaknya berjauhan.

Miskonsepsi akibat Penyajian Konsep yang Kurang Representatif (Masih Minim Penjelasan Tingkat Molekuler).

DNA

Miskonsepsi yang ditemukan adalah “kromosom, gen dan DNA sama-sama merupakan faktor pembawa dan penentu sifat pada makhluk hidup. Kalimat ini memberi pengertian ketiganya berfungsi sendiri-sendiri dalam membawa dan menentukan sifat pada makhluk hidup. Perlu dijelaskan hubungan antara konsep gen, DNA dan kromosom.

Gen

Miskonsepsi bahwa gen merupakan satu seri triplet basa nitrogen yang terdapat pada pita DNA. Seri triplet ini akan mengkode satu rantai polipeptida yang kemudian akan menjadi bagian dari satu enzim atau protein lainnya.

Letak Gen dan Lokus

Miskonsepsi tentang letak gen pada kromosom pada buku ajar lebih banyak dinyatakan sebagai suatu ruang atau tempat. Gen terletak pada lokus yang membentuk satu deretan linier teratur pada kromosom. Lokus berupa benda berbentuk bulat seperti bola berderet deret atau kotak-kotak.

Kromosom

Miskonsepsi kromosom diantaranya adalah kromonema tersusun atas manik-manik berjejer rapat dinamakan kromomer. Bagian kromonema yang mengalami pembelahan disebut *kromomer* yang berfungsi untuk membawa sifat keturunan sehingga disebut sebagai lokus gen. Lengan merupakan bagian yang tersusun atas benang-benang kromosom. Benang-benang kromosom tersebut kemudian memendek dan menebal membentuk kromatin.

Miskonsepsi bagian-bagian kromosom adalah sentromer dan lengan kromosom. Pada lengan tersusun tiga bagian selaput, matrik dan kromonema. Bagian selaput adalah bagian tipis yang menyelaputi/menyelimuti badan kromosom, matrik adalah cairan bening yang mengisi seluruh bagian lengan. Matriks kromosom mengandung benang-benang halus berpilin-pilin yang disebut kromonema.

Replikasi

Miskonsepsi tentang proses replikasi banyak dijelaskan terjadi dengan tiga cara yakni konservatif, semikonservatif dan dispersif. Tidak dijelaskan manakah yang benar. *Miskonsepsi bahwa proses-proses yang terjadi saat replikasi adalah ikatan hidrogen membuka sehingga kedua pita akan saling memisah. Miskonsepsi tentang peranan Enzim polymerase sebagai enzim yang berfungsi memisahkan dua untai DNA. Enzim ligase berfungsi menyambung fragmen DNA hasil sintesis (tidak dijelaskan pada strand yang mana). Miskonsepsi bahwa replikasi berlangsung secara bidirectional dengan arah 5—3 dan 3—5.*

Sintesis Protein

Miskonsepsi bahwa RNA tidak memiliki basa Timin dan sebagai gantinya adalah Urasil yang memiliki struktur kimia hampir sama dengan T.

Miskonsepsi perpindahan posisi (translokasi) asam amino ke A site ke P site. Tidak terlihat proses translokasi asam amino dari P site ke A site. Proses perpanjangan asam amino terjadi dengan cara biasa saja. Proses translokasi dinyatakan sebagai dua RNA-t dapat menempel sekaligus pada ribosom, dan antiko-don berpasangan dengan kodon.

Miskonsepsi akibat Penggunaan Analogi yang Kurang Tepat

Miskonsepsi tentang hubungan kromosom, DNA dan gen dengan menggunakan analog sebagai kota yang diibaratkan struktur suatu kromosom, yang terdapat pada bagian inti sel yang membawa petunjuk bagi setiap fase kehidupan sel. Setiap rumah melambangkan sebuah molekul DNA, yakni bahan kebakaan. Kamarnya adalah gen, yaitu anak bagian molekul yang menduduki tempat-tempat khusus dalam molekul DNA. Batu batanya adalah nukleotida, yakni “bahan bangunan” molekul. Kalimat diatas adalah sebuah analogi untuk memudahkan siswa memahami konsep, namun ternyata menjadi lebih membingungkan siswa karena hirarki antar DNA, gen, dan kromosom menjadi tidak jelas.

Replikasi

Miskonsepsi tentang proses replikasi digambarkan sebagai resleting yang sedang membuka, masing-masing belahan untai DNA kemudian akan membentuk komplemennya. Setelah mendapatkan pasangannya yang sesuai akan terbentuk ikatan dengan arah pembentukan nukleotida sesuai arah 5—3 dan arah 3—5.

Replikasi dianalogkan sebagai resleting, dapat disalahtafsirkan oleh siswa. pembentukan nukleotida baru terjadi secara *biridirectional* atau dua arah dengan arah dan cara yang sama. Seha-

rusnya dengan arah yang sama dan dengan cara berbeda.

Miskonsepsi Akibat Penggunaan Istilah yang Menghasilkan Pengertian Bias.

Kromosom Tubuh dan Kromosom Kelamin

Miskonsepsi mengenai sel kelamin dan sel tubuh selalu dihubungkan dengan keberadaan jenis kromosom kelamin dengan kromosom tubuh. Contoh kalimat berikut. Setiap makhluk hidup dibangun oleh sel tubuh (somatik) dan sel kelamin (gamet). Sel tubuh disusun oleh kromosom tubuh (*autosom*) sedangkan sel kelamin disusun oleh kromosom kelamin (*gonosom*).

Miskonsepsi fungsi kromosom autosom dinyatakan bahwa Kromosom *autosom* berfungsi mengatur dan mengendalikan sifat-sifat tubuh makhluk hidup. Kromosom ini tidak ada hubungannya dengan penentuan jenis kelamin. Kromosom seks kromosom adalah kromosom yang menentukan jenis kelamin organisme.

Miskonsepsi bahwa mutasi yang terjadi di dalam tubuh dapat berupa perubahan somatis (mutasi autosom), dan perubahan generative atau gametis (mutasi kromosom seks).

Miskonsepsi Akibat Penggunaan Bahasa (Kata atau Kalimat sebagai Hasil Refleksi Pemahaman Penulis Buku).

Miskonsepsi Replikasi dan Waktu replikasi:

Miskonsepsi yang sering ditemukan di buku ajar pada konsep mitosis banyak terkait dengan waktu replikasi. Banyak buku ajar menyatakan replikasi terjadi di awal profase atau awal metaphase. Hal ini disebabkan konsep lama menyatakan bahwa pada fase interfase adalah fase istirahat, sehingga di fase ini tidak terjadi proses-proses yang penting. Terbukti kemudian justru pada profase ini terjadi proses penting replikasi.

Transkripsi

Penggunaan kata yang salah diberikan tanda kutip untuk diperhatikan. Transkripsi adalah proses “replikasi” DNA untuk membentuk RNA-d. DNA digunakan sebagai model untuk sintesis protein. DNA melaksanakan fungsinya dengan cara DNA “dikopi” terlebih dahulu menjadi RNA dan hasil kopianya itulah yang melakukan sintesis polipeptida. Hal ini dimaksudkan agar “gen asli tetap terlindungi, sementara hasil kopiannya ditugaskan untuk melaksanakan pesan-pesan yang dikandungnya”. Transkripsi adalah proses transfer informasi genetik dari ruas DNA (gen) ke dalam molekul RNA.

Miskonsepsi karena bahasa tidak jelas. “Pencetak” memiliki urutan G-G-C-T-T-A maka komplemennya adalah C-

C-G-A-A-T. RNA hasil cetakannya adalah C-C-G-A-A-U yang merupakan “copi” dari C-C-G-A-A-T (gen), dan merupakan komplemen dari “pencetak”.

Miskonsepsi bahwa “RNAd merupakan molekul penghubung” antara DNA dengan protein dan membawa pesan berupa informasi genetik dari DNA untuk membentuk protein.

Translasi

Miskonsepsi bahwa kode genetika merupakan suatu pengkodean urutan “triplet basa nitrogen” DNA dan RNA pada proses sintesis protein. Setiap kode triplet basa nitrogen akan menghasilkan suatu jenis asam amino. Satu gen hanya menyandikan satu jenis protein.

Miskonsepsi Pembelahan Mitosis Fase Metafase

Ditemukan gambar metaphase yang memperlihatkan kromosom yang akan bersegregasi adalah kromosom homolognya. Perbaiki konsep: Saat metaphase yang akan bersegregasi adalah kromatidnya.

Miskonsepsi Akibat Hasil Pemikiran Penulis Sendiri

Miskonsepsi ditemukan sebagai akibat pemikiran penulis sendiri. Seharusnya tidak terjadi apabila dirujuk dari sumber informasi yang valid.

Miskonsepsi asal RNA

RNAd dibentuk DNA di dalam inti sel; Asal RNAr dibentuk dari DNA

yang banyak di dalam ribosom; RNAt dibentuk oleh DNA di sitoplasma. Informasi diberikan terkait dengan keberadaan RNA tersebut.

Miskonsepsi tempat sintesis protein

Miskonsepsi bahwa sintesis protein berlangsung di dalam inti sel dan mitokondria. Kalimat lain menyatakan bahwa hasil penyusunan mRNA yang sudah jadi akan meninggalkan inti untuk melekat pada ribosom, yang merupakan “organela” pelaksana sintesis protein.

Miskonsepsi kesalahan penerjemahan dan mutasi

Miskonsepsi pada kesalahan penerjemahan langsung berakibat pada mutasi. Kalimat berikut: Walaupun RNA telah bekerja dengan teliti dalam proses sintesis protein, tetapi kesalahan dalam menerjemahkan mungkin dapat juga terjadi sehingga asam-asam amino yang tersusun akan berbeda dan tidak sesuai dengan yang diharapkan DNA maka terjadi mutasi. Kalimat miskonsepsi berikut bahwa pesan-pesan genetik berupa urutan basa nitrogen yang ada di RNA. Jika RNA rusak, akan segera diganti dengan hasil kopian yang baru.

Miskonsepsi bahwa mutasi alami merugikan dan letal sedangkan mutasi buatan biasanya menguntungkan.

Miskonsepsi bahwa mutasi alami dan buatan hasilnya tidak dapat diprediksi apakah menguntungkan atau

merugikan termasuk letal bagi individu yang memiliki. Mutasi sebenarnya tidak terarah diartikan atau hasil mutasi tidak ada tujuan. Mutasi tidak bertujuan untuk kepentingan adaptasi. Mutasi memunculkan keragaman. Keragaman itulah yang akan menjadi sumber variasi. Variasi atau mutan yang sesuai dengan lingkungan maka dialah yang survive.

Miskonsepsi bahwa mutasi germinal yang diwariskan dan mutasi somatik tidak diwariskan

Contoh pada kalimat berikut. Mutasi yang terjadi pada sel-sel gamet (sel kelamin) akan bersifat menurun, tetapi jika mutasi tersebut terjadi pada sel-sel somatik (sel tubuh) maka perubahan itu hanya terjadi pada individu tersebut dan tidak bersifat menurun.

Contoh lain miskonsepsi pada kalimat berikut Miskonsepsi bahwa mutasi yang terjadi pada sel-sel somatik (tubuh) tidak akan membawa perubahan pada keturunannya, sedangkan mutasi yang terjadi pada sel-sel gamet kebanyakan letal (mati) sebelum dilahirkan atau sebelum dewasa.

Saat ini diketahui mutasi germinal dapat diwariskan pada keturunannya melalui reproduksi seksual maupun melalui reproduksi aseksual. Mutasi dapat diwariskan baik melalui reproduksi aseksual dan seksual. Tergantung bagian yang mengalami. Contohnya pada tum-

buhan dikotil mutasi bisa diwariskan melalui aseksual dan seksual. Pada aseksual contohnya reproduksi secara vegetative misalnya stek.

Mutasi somatik bisa diwariskan melalui reproduksi seksual maupun aseksual. Misalnya jika mutasi somatik terkena pada mata tunas tanaman jeruk, kemudian menghasilkan sel germ. Jika mata tunas menjadi cabang tanaman jeruk dan berkembang menghasilkan bunga maka dapat diwariskan secara aseksual. Jika sudah diwariskan melalui sel germ, maka sudah dapat diwariskan secara seksual.

Miskonsepsi selanjutnya bahwa mutasi yang menyebabkan kematian merupakan usaha alam untuk menjaga keseimbangan genetika dalam suatu populasi.

Kalimat di atas merupakan akibat miskonsepsi bahwa mutasi selalu merugikan. Sehingga bila mutan mati merupakan upaya agar ada keseimbangan genetika. Padahal mutasi bisa menghasilkan keragaman gen di tingkat populasi. *Balance Model* adalah keadaan gen di alam adalah heterosigot. Bukan klasikal model yakni gen di alam dalam keadaan homosigot.

Miskonsepsi bahwa mutasi akan menghasilkan perubahan fenotip keturunannya dan mutasi menjadi spesies baru yang benar-benar berbeda dengan induknya.

Mutasi tidak langsung menghasilkan perubahan yang drastis. Mutasi terjadi terjadi bertingkat-tingkat. Mutasi titik, mutasi dan kromosom. Dampak mutasi bisa mengenai gen pengkode atau tidak. Ada proses perbaikan DNA yang terkena mutasi. Mutasi yang tidak dapat diperbaiki barulah berdampak pada individu yang mengalami. Mutasi berdampak pada perubahan basa nukleotida, kemudian berdampak pada fenotipnya.

Miskonsepsi bahwa mutasi menghasilkan spesies baru yang benar-benar berbeda dengan induknya. Kalimat lainnya adalah Penyimpangan struktur dan jumlah DNA menyebabkan kelainan pada janin dalam kandungan dan menyebabkan cacat lahir atau memunculkan individu dengan karakter berbeda sehingga memungkinkan terbentuk spesies baru.

Spesiasi terjadi pada mutan yang sudah mengalami mutasi terus menerus dan mutan itu adaptif pada lingkungannya. Suatu ketika (ribuan tahun) nanti mutasi dapat menghasilkan keturunan yang berbeda sama sekali dari induknya. Perubahan yang berbeda sama sekali dari induknya membutuhkan waktu sangat lama.

Pembahasan

Berdasarkan contoh kesalahan konsep yang ditemukan pada buku ajar

SMA dapat dikelompokkan kesalahan konsep genetika terjadi akibat enam sebab yakni penyajian materi genetika klasik atau genetika mendel, penyajian konsep tidak representative (minim informasi molekuler), penggunaan analogi yang kurang tepat, penggunaan istilah tidak tepat, pemilihan bahasa atau kata yang salah, serta hasil pemikiran atau analisis penulis sendiri.

Penggunaan analogi dalam menjelaskan suatu konsep diharapkan dapat mempermudah siswa dalam memahami konsep tersebut. Namun penggunaan analogi yang salah akan berakibat siswa salah memahami konsep. Maka perlu berhati hati dalam membuat analogi.

Penggunaan istilah dan bahasa atau kata yang salah dapat berakibat kesalahan memahami konsep. Seperti penggunaan istilah kromosom tubuh dan kromosom kelamin. Sebaiknya istilah ini diganti dengan kromosom autosom dan kromosom gonosom. Demikian pula penggunaan kalimat atau kata yang tidak tepat. Penggunaan kata atau kalimat yang salah bisa disebabkan pemahaman penulis buku yang juga tidak tepat sehingga berakibat kesalahan pada pemilihan kata dan kalimat. Hasil pemikiran sebagai refleksi pemahaman penulis turut mempengaruhi miskonsepsi.

Penyajian konsep genetika masih didominasi dengan konsep Mendel.

Sudah waktunya meninggalkan bayang-bayang Mendel agar pemahaman genetika semakin luas tidak terpaku pada pewarisan Mendel saja. Penyajian konsep genetika perlu disajikan secara representatif dengan menyajikan informasi secara molekuler. Hal ini menjembatani perkembangan genetika yang pesat agar dapat menjadi pondasi yang benar bagi perkembangan kognitif siswa.

Pendekatan molekuler di saat mendatang diperlukan untuk menunjang perkembangan genetika yang demikian pesat. Sementara itu bila buku ajar masih menyajikan genetika klasik maka pemahaman siswa kita juga akan lambat. Oleh sebab itu kita tidak dapat dapat menghindari penjelasan yang representatif secara biokimiawi atau molekuler. Sebagaimana dinyatakan Treagust dan Chittleborough dalam Vanville (2002) menyatakan perbedaan tingkat representatif didalam ilmu pengetahuan adalah pembahasan ditingkat kimiawi. Kita mengharapkan terbukanya fenomena seperti ekspresi fenotip gen, mikroskopis nukleus dan kromosom, submikroskopis DNA dan basa A, G, C dan T sebagai dasar kode genetik. Perubahan tingkatan representatif secara otomatis berlaku untuk semua tingkatan guru baik jenjang SMP, SMA maupun perguruan tinggi.

Berkenaan dengan penyajian yang representatif, apakah semua tingkat/ level

pendidikan memerlukan penjelasan genetika secara molekuler? Materi genetika saat ini sudah diajarkan di sekolah menengah pertama dan atas. Guru dituntut menguasai genetika secara representatif/molekulernya. Hal ini disebabkan karena pertanyaan siswa pada tingkatan pendidikan berbeda bisa saja menanyakan hal yang sama. Guru dapat menjelaskan dengan cukup komprehensif jika menguasai konsep genetika secara representatif. Masalahnya apakah semua konsep di SMP dan SMA harus dijelaskan tingkat molekulernya? Pasti ini perlu proses, karena kita juga perlu mempertimbangkan tingkat berpikir siswa pada jenjang pendidikan yang mana. Bila di tingkat sekolah menengah pertama belum semua konsep genetika bisa diberikan penjelasan sampai pada tingkat molekulernya, maka pada tingkat SMA sudah bisa diberikan karena jenjang kemampuan abstraksi siswa sudah lebih tinggi.

Bagian ini sesuai dengan gagasan Corebima (2010) yang menyatakan bahwa penggolongan genetika menjadi genetika klasik dan molekuler sudah tidak relevan lagi dan bersifat konvensional klasik. Corebima menyusun bahan ajar genetika berpendekatan konsep di perguruan tinggi dengan menggabungkan kajian non molekuler dan molekulernya. Jelas terlihat bahwa dengan dasar

struktur itu, pemahaman genetika menjadi utuh seputar materi genetik dan tidak lagi terfragmentasi yang miskin pola.

Tantangan bagi penulis buku adalah meningkatkan kemampuan mereka mengkonstruksi konsep genetika secara modern melalui submikroskopik. Para penulis buku harus memiliki konsep genetika yang lebih luas dari kompetensi yang harus dikuasai oleh siswa. Penulis buku harus belajar lebih, sehingga dapat menjelaskan materi/ konsep genetika secara tepat dan benar. Jadi suatu keharusan bagi penulis buku memiliki referensi yang mendasari penulisan buku siswa, karena permasalahan bisa muncul dari buku siswa. Berdasarkan referensi yang lengkap, maka penulis buku akan mampu menjadi narasumber yang valid bagi pembaca dalam hal ini adalah siswanya.

Kesimpulan

Miskonsepsi pada konsep genetika yang ditemukan pada penelitian adalah pada konsep arti dan ruang lingkup genetika; materi genetik: gen, DNA, dan kromosom; hubungan gen, DNA-RNA-Polipeptida dan proses sintesis protein; Prinsip hereditas dan mekanisme pewarisan sifat; Penentuan jenis kelamin; Hubungan pembelahan mitosis dan meiosis dengan pewarisan sifat; Mutasi.

Berdasarkan hasil penelitian ini miskonsepsi pada buku ajar di SMA kelas XII disebabkan oleh penyajian materi genetika masih klasik atau genetika Mendel, pendekatan konsep yang tidak representative (tingkat biokimiawi dan molekuler), penggunaan analogi yang kurang tepat, penggunaan istilah, pemilihan bahasa (pemilihan kata atau kalimat yang salah), hasil pemikiran atau hasil analisis penulis sendiri.

Daftar Pustaka

- Abimbola, I.O., & Baba, Salihu. 1996. Misconceptions & Alternative Conceptions in Science Text-books: The Role of Teachers as Filters. *Journal The American Biology Teacher*, 58(1)14-19
- Ayala, F.J & Kiger, J.A. 1984. *Modern Genetics*. Menlo Park California: The Benjamin/cummings Publishing Company, Inc.
- Campbell, Reece & Mitchell, L.G. (1999). *Biologi*. Terjemahan oleh Lestari, R. Adil, E dan Anita N. Jakarta: 2000. Penerbit Erlangga
- Corebima, D. 1997. *Genetika Mendel*. Surabaya: Airlangga University Press
- Corebima, D. 1997. *Penentuan Jenis Kelamin pada Makhluk Hidup*. Surabaya: Airlangga University Press
- Corebima, D. 2010. Pendekatan Baru Genetika dari Pendekatan Sejarah ke Pendekatan Konsep. Disajikan pada Seminar Nasional MIPA Universitas Negeri Malang 13 Oktober 2010
- Gardner, E.J., Simmons, M.J., dan D.P. Snustad. 1991. *Principles of Genetics*. Eight edition. New

- York: Jhon Wiley & Sons, Inc. Alen.
- Kaharu, S. 2007. Exploring the Student Misconception of Electrical Circuit Concept by Certainty of Graduate School Indonesia University of Education Jakarta, 27 Oktober 2007.
- Venville, G & Treagust. 2002. Teaching about the Gene in the Genetic
- Response Index and Interview. Disajikan pada International Seminar on Science Education, Science Education Program information Age. *Australian Science Teachers Journal*: Juni 2002:48,2; *ProQuest Education Journals*